

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. September 2001 (07.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 01/65687 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03H 9/145

(79) BERGMANN, HERMANN & FISCHER GBR;  
München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00408

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Februar 2001 (02.02.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 09 517.8 29. Februar 2000 (29.02.2000) DE

Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81541 München (DE).

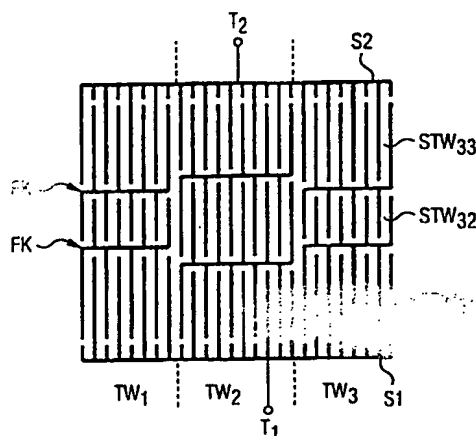
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERGMANN, Andreas [DE/DE]; Schulstrasse 20, 84533 Haiming (DE).

(54) Title: INTERDIGITAL CONVERTER WITH DISTRIBUTED EXCITATION

(54) Bezeichnung: INTERDIGITALWANDLER MIT VERTEILTEN



Flusspol  
kein Ladentyp

(57) Abstract: The invention relates to an interdigital converter for surface wave components. The inventive converter comprises several partial converters which are switched in parallel and are formed by serial partial converters respectively that are connected in series. The number and the track width of the serial partial converters vary.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Interdigitalwandler für Oberflächenwellen-Bauelemente vorgeschlagen mit mehreren parallel verschalteten Teilwandlern, die jeweils aus seriell verschalteten Serienteilwandlern aufgebaut sind. Anzahl und Spurbreitenverteilung der Serienteilwandler variieren.

WO 01/65687 A1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

## Interdigitalwandler mit verteilter Anregung

- 5 Die Erfindung betrifft einen Interdigitalwandler, insbesondere für einen Oberflächenwellenfilter (OFW-Filter) zur Verwendung in einem drahtlosen Kommunikationsendgerät.

- 10 Für Sende- und Empfangsfilter drahtloser Kommunikationsendgeräte, insbesondere von Mobiltelefonen sind Filter mit einer genau definierten Übertragungsfunktion erforderlich. Insbesondere soll ein solches Filter einen ausreichend breiten Durchlaßbereich mit niedriger Einfügedämpfung und steilen  
15 Flanken aufweisen. Die Unterdrückung störender Signale außerhalb des Durchlaßbereichs, also das Selektionsverhalten soll ausreichend hoch sein.

- Bei der konkreten Realisierung geeigneter Filter treten weitere Probleme auf. Die Wahl des Substratmaterials für den  
20 OFW-Filter wird üblicherweise durch den gewünschten Temperaturkoeffizienten und die Stärke der elektroakustischen Kopplung bestimmt beziehungsweise beeinflußt. Weiterhin zwingt die zunehmende Miniaturisierung zu einer Begrenzung der zur Verfügung stehenden Chipfläche. Dies wiederum hat zur Folge,  
25 daß eine gewünschte Übertragungsfunktion für den Filter auf einer begrenzten Chipfläche oft nur mittels einer bestimmten Filtertechnik realisiert werden kann. Da durch die Substratwahl auch der Kopplungsfaktor vorgegeben ist, kann auf die Impedanz des Wandlers nur noch wenig Einfluß genommen werden.  
30 Für die Schaltungsumgebung des Filters und insbesondere für einige Anwendungen ist die Wahl einer geeigneten Filterimpedanz jedoch von hoher Bedeutung. Für einen Mischer mit Open-Kollektor-Ausgang zum Beispiel hat eine zu niedrige Filterimpedanz einen erhöhten Stromverbrauch und damit in netzunabhängigen Geräten einen erhöhten Batterieverbrauch und eine  
35 kürzere Betriebsdauer zur Folge.

- Zum Einstellen einer gewünschten Übertragungsfunktion ist eine Wichtung der Interdigitalwandler erforderlich. Eine Überlappungswichtung führt zu reduzierter Überlappungslänge und geht mit einer größer werdenden Beugung und damit auch mit Übertragungsverlusten einher. Bei weglassgewichteten Wandlern werden mehrere, örtlich verteilte kleine Überlappungen - wie bei der Überlappungswichtung - nun durch Überlappungen ersetzt, deren Anregungsstärke im ganzen Filter einheitlich ist. Dies führt allerdings zu einem Approximationsfehler, der insbesondere bei Wandlern mit großem Zeitdauer-Bandbreiteprodukt bewirkt, daß das Verhalten des weglassgewichteten Wandlers stark von der gewünschten Übertragungsfunktion bei kontinuierlicher Wichtung abweicht.
- Ein weiteres Problem ist eine hohe Güte, die zwar in Verbindung mit eng tolerierten Anpaßelementen zu einem optimalen Übertragungsverhalten führt, die dieses jedoch gegenüber Schwankungen der Anpaßelemente empfindlich macht. Insbesondere breitbandige Filter mit großer Flankensteilheit weisen eine hohe Güte auf, da bei diesen Filtern der Realteil der Wandleradmittanz klein ist.

- Zur Erhöhung der Impedanz eines Wandlers auf vorgegebenen Substratmaterial kann die Apertur verringert werden. Dabei wird jedoch die Oberflächenwelle stärker gebeugt, und die erreichbare Flankensteilheit des Filters nimmt ab. Auch durch Ausnutzen unterschiedlicher Phasenbeziehungen sich überlagernder Teilwellen kann die Wandlerimpedanz eingestellt werden. Dies ist aber nicht möglich, ohne die Reflektivität von SPUDT-Zellen zu beeinflussen, welche zunehmend in Filtern eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Impedanz eines Wandlers besteht darin, die Abtastrate zu verringern. Dies hat jedoch zur Folge, daß höhere Harmonische angeregt werden, die die Selektion im Stopband verschlechtern. Bei weglassgewichteten Wandlern führt eine reduzierte Abtastrate außerdem dazu, daß die gewünschte Wichtungsfunktion weniger genau approximiert wird.

- Zur Verringerung des Approximationsfehlers der Weglaßwichtung kann diese mit Überlappungswichtung kombiniert werden, was jedoch wieder zu größer werdender Beugung führt. Durch Spannungswichtung, also durch kapazitive Spannungsteilung kann die Anregung ohne Verkürzung der Überlappungslänge in Teilbereichen des Wandlers reduziert werden und damit der Einfluß der Beugung verringert werden. In weglaßgewichteten Wandlern läßt sich so die Abtastrate vergrößern und der Approximationsfehler verkleinern. Allerdings erfordert die Spannungswichtung für den kapazitiven Spannungsteiler einen weiteren nur als Kapazität genutzten Wandler. Dieser benötigt jedoch zusätzliche Chipfläche und erzeugt Übertragungsverluste.
- Die Frequenzcharakteristik eines Filters mit Wandlern hoher Güte kann nur mit sehr genauen und damit teuren Anpaßelementen mit geringen Toleranzwerten erzielt werden. Eine Erhöhung der Toleranz ist nur möglich, wenn die Welligkeit des Durchlaßbereichs noch kleiner und die Flankensteilheit noch größer eingestellt ist, so daß selbst bei schwankender elektrischer Anpassung die gewünschten Anforderungen noch erfüllt werden können. Dies geht jedoch stets mit einem größeren Zeitdauer-Bandbreiteprodukt einher und läßt sich nur auf vergrößerter Chipfläche realisieren.
- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wandler mit dem gewünschten Übertragungsverhalten anzugeben, welcher die genannten Nachteile weitgehend vermeidet.
- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Interdigitalwandler nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.
- Die Erfindung geht von der an sich bekannten Idee aus, die Impedanz eines Interdigitalwandlers zumindest teilweise durch seriell geschaltete Einzelwandler zu erhöhen. Erfindungsgemäß wird diese Maßnahme nun dazu genutzt, den Interdigitalwandler

in mehrere parallel geschaltete und innerhalb der akustischen Spur nebeneinander angeordnete Teilwandler aufzuteilen, und diese Teilwandler durch seriell verschaltete Serienteilwandler zu ersetzen. Die Aufteilung in Serienteilwandler über den gesamten Interdigitalwandler ist unterschiedlich, so daß die Spurbreiten der Serienteilwandler von einem Teilwandler zum anderen variieren. Auf diese Weise gelingt es, Serienteilwandler mit unterschiedlicher Spannung und damit unterschiedlicher Anregungsstärke in einer gewünschten Weise über den Interdigitalwandler zu verteilen und gleichzeitig dessen Gesamtimpedanz zu erhöhen.

Die Impedanz eines (Teil-)Wandlers kann dabei um den Faktor  $n^2$  erhöht werden, wenn dieser (in Transversalrichtung) in  $n$  Serienteilwandler der normierten Apertur  $1/n$  aufgeteilt ist und diese Teilwandler elektrisch in Serie geschaltet werden. Diese Aufteilung kann durch elektrisch nicht angeschlossene und daher floatende Elektrodenkämme erfolgen, die Überlappungen mit dem jeweils benachbarten Elektrodenkamm aufweisen. Da für eine Anzahl  $n$  von Serienteilwandlern  $n - 1$  zusätzliche Elektrodenkämme erforderlich sind, ist es bei geradzahligen  $n$  und symmetrischem Betrieb auch möglich, den mittleren dieser zusätzlichen Wandlerkämme auf Massepotential zu legen und den Wandler damit symmetrisch zu betreiben.

Das transversale Profil der angeregten Welle und somit die Impulsantwort des Wandlers bleiben bei einer gleichmäßigen Aufteilung unverändert, wenn man von den zusätzlichen transversalen Gaps und den Verbindungsstegen der Elektrodenkämme absieht, die nicht überlappen können und daher nicht zur Anregung beitragen.

Bei einer Aufteilung eines Wandlers in unterschiedliche seriell verschaltete Serienteilwandler läßt sich die Impulsantwort des Wandlers gezielt beeinflussen. Da die Anregungsstärke proportional zur anliegenden Spannung ist und diese mit abnehmender Apertur bzw. abnehmendem Abstand der beiden

Stromschienen bzw. Elektrodenkämme ansteigt, wird in Serienteilwandlern mit größerer Apertur eine geringere Anregung pro Überlappung erzielt als in Serienteilwandlern mit kleinerer Apertur. Bei vergleichbaren Fingeranordnungen ist die Apertur  
5 proportional zur Spurbreite eines Serienteilwandlers.

Die Aufteilung der Teilwandler kann dann dabei so erfolgen, daß sämtliche Serienteilwandler eines Teilwandlers die gleiche Länge haben. Entsprechend kann auch die Aufteilung  
10 des gesamten Interdigitalwandlers in Teilwandler so erfolgen, daß sämtliche Teilwandler die gleiche Länge aufweisen.

Möglich ist es jedoch auch, daß innerhalb eines Teilwandlers die innenliegenden Elektrodenkämme unterschiedlich lang ausgebildet sind.  
15

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Interdigitalwandler zwei Gruppen jeweils parallel geschalteter Teilwandler auf, wobei die Gruppen seriell verschaltet sind.  
20 Dies läßt sich beispielsweise erreichen, indem eine äußere Stromsammelschiene aufgeteilt wird in Teilsammelschienen und in dem an diese unterschiedliches Potential angelegt wird. Dabei kann die Aufteilung in seriell geschaltete Gruppen von Teilwandlern symmetrisch erfolgen, so daß der Interdigital-  
25 wandler eine zwischen den beiden Teilsammelschienen liegende Symmetrieachse aufweist.

Auch ohne aufgetrennte Stromsammelschiene kann der Interdigitalwandler symmetrisch aufgebaut sein. Der Aufbau erfolgt dabei vorzugsweise so, daß innenliegende Teilwandler die größte  
30 Anregungsstärke aufweisen. Dies wird erreicht, indem innen und vorzugsweise in der Mitte des Interdigitalwandlers liegende Teilwandler die geringste Anzahl an zusätzlichen Elektrodenkämmen und damit an in Serie geschalteten Serienteil-  
35 wandlern aufweisen, oder bei denen alternativ innen und vorzugsweise in der Mitte des Interdigitalwandlers liegende Teilwandler in Serienteilwandler gleicher oder zumindest ähn-

licher Spurbreite aufgeteilt ist und bei dem für außenliegenden Teilwandler gilt, daß sich die Spurbreiten deren Serienteilwandler stärker unterscheiden als die innenliegenden Teilwandler. Für nicht in der Mitte des Interdigitalwandlers  
5 liegenden Teilwandler gilt vorzugsweise, daß die inneren Serienteilwandler die größte Spurbreite aufweisen. Vorzugsweise ist die Spurbreitenverteilung der Serienteilwandler symmetrisch zu einer in longitudinaler Richtung liegenden Symmetrieachse.

10

Die Serienverschaltung von Serienteilwandlern hat weiterhin zur Folge, daß deren Gesamtkapazität reduziert wird. Wird beispielsweise ein Wandler mit einer statischen Kapazität pro Längeneinheit  $C_1$  durch die Serienverschaltung zweier Wandler  
15 ersetzt, an denen jeweils die halbe Gesamtspannung anliegt, sinkt die statische Kapazität pro Längeneinheit auf einen Wert  $C_{1s} = C_1/4$ . Somit hat also jede Aufteilung eines Wandlers in seriell verschaltete Teilwandler zur Folge, daß sich bei gleichbleibender Gesamtapertur bzw. Spurbreite und gleicher Fingeranschlußfolge die statische Kapazität reduziert.  
20 Da statische Kapazität wesentlich für die Güte eines Wandlers verantwortlich ist, wird dadurch auch die Güte reduziert. Damit ergibt sich ein höherer Toleranzbereich für die Anpassemente eines Filters mit einem erfindungsgemäßen Interdigitalwandler.  
25

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert.

30   Figur 1                zeigt einen erfindungsgemäßen Interdigitalwandler mit drei Teilwandlern

Figuren 2 und 3 zeigen zwei weitere Möglichkeiten der Aufteilung eines Interdigitalwandlers in Teilwandler mit Serienteilwandlern  
35

Figuren 4 bis 6 zeigen verschiedene Strukturen für Teilwandler beziehungsweise Serienteilwandler

5      Figur 7      zeigt die Seriellverschaltung zweier Gruppen von parallel verschalteten Teilwandlern mit seriell verschalteten Serienteilwandlern

10      Die schematischen Figuren dienen nur dem besseren Verständnis der Erfindung und sind daher weder mit einheitlichem Maßstab noch maßstabsgetreu dargestellt.

15      Figur 1 zeigt einen ersten erfindungsgemäßen Interdigitalwandler, bestehend aus drei zwischen zwei Stromschienen S1 und S2 parallel verschalteten Teilwandlern TW1 bis TW3. Jeder Teilwandler TW<sub>x</sub> wiederum besteht aus drei seriell verschalteten Serienteilwandlern STW<sub>x1</sub> bis STW<sub>x3</sub>. Die Aufteilung der Teilwandler TW<sub>x</sub> in Serienteilwandler STW<sub>x1</sub> erfolgt durch Zwischenanordnung floatenden Elektrodenkämme FK, deren Elektrodenkämme mit dem oder den Elektrodenfingern der benachbarten Stromsammelschiene S oder des benachbarten Elektrodenkamms FK überlappen. Die Anschlüsse des erfindungsgemäßen Interdigitalwandlers sind mit T1 und T2 bezeichnet.

25      In Figur 2 ist die Aufteilung des Interdigitalwandlers in Teilwandler und in Serienteilwandler nochmals schematisch dargestellt, wobei in den für die Serienteilwandler stehenden Kästchen nur die Indizes entsprechenden Serienteilwandler als Bezeichnung eingetragen sind. In diesem Ausführungsbeispiel ist der mittlere Teilwandler TW2 in drei gleich große Serienteilwandler mit den Indizes 21, 22 und 23 unterteilt. Dies hat zunächst zur Folge, daß die Impedanz dieses Teilwandlers TW2 das 9-fache der Impedanz eines ungeteilten Wandlers der gleichen Länge und der gleichen Spurbreite BS aufweist. Durch die symmetrische Aufteilung liegt an jedem Serienteilwandler STW die gleiche Spannung an, die in diesem Fall für jeden Serienteilwandler 1/3 der Gesamtspannung des Teilwandlers TW2 ausmacht. Der Teilwandler TW2 hat eine Gesamtanregungsstärke,

30  
35



die  $1/3$  der Anregungsstärke beträgt, die ein ungeteilter Wandler der vollen Spurbreite  $BS_{ges}$  aufweisen würde.

Die beiden äußeren Teilwandler TW1 und TW3 weisen beide die gleiche Aufteilung in Serienteilwandler STW auf. Die Spurbreiten der Serienteilwandler mit den Indizes 11, 12 und 13 verhalten sich wie 2:1:2. Ein entsprechendes Verhältnis weisen auch die Teilkapazitäten  $C_{xi}$  auf, für die Teilwandler TW1 und TW3 also 2:1:2. Für das Verhältnis der Spannungen, die an den Serienteilwandlern anliegen, ergibt sich annähernd das umgekehrte Verhältnis, nämlich 1:2:1 für die Serienteilwandler der Teilwandler TW1 und TW3. Bei dieser Aufteilung ergibt es sich, daß hier allen Serienteilwandlern STW der Teilwandler TW1 und TW3 die gleiche Anregungsstärke zukommt, die hier jeweils  $1/10$  der Anregungsstärke beträgt, die ein Teilwandler mit der Spurbreite  $BS_{ges}$  aufweisen würde. Damit ergibt sich als Gesamtanregung für die Teilwandler TW1 und TW3  $3/10$ , für den Teilwandler TW2 dagegen  $1/3$  der Anregungsstärke eines ungeteilten Wandlers der vollen Spurbreite  $BS_{ges}$ .

20

Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung die Aufteilung eines erfindungsgemäßen Interdigitalwandlers in insgesamt fünf Teilwandler  $TW_x$ , die jeweils in drei oder vier Serienteilwandler  $STW_{xi}$  aufgeteilt sind. Auch hier ist wieder eine symmetrische Aufteilung gewählt, wobei dem mittleren Teilwandler TW3 die größte Anregungsstärke zukommt, den äußeren Teilwandlern TW1 und TW5 dagegen die geringste. Die relative Anregungsstärke der Serienteilwandler der Teilwandler TW2 und TW4 beträgt jeweils ungefähr  $2/27$  der Anregung eines ungeteilten Wandlers der Spurbreite  $BS_{ges}$ . Bei relativen Spurbreitenverhältnissen von 4:1:4 ergibt sich für die Serienteilwandler der Teilwandler TW2 und TW4 ein Spannungsverhältnis von 1:4:1. Bei dieser Aufteilung kommt also jedem Serienteilwandler  $STW_{xi}$  innerhalb eines Teilwandlers  $TW_x$  die gleiche Anregungsstärke zu. Über den jeweiligen Teilwandler integriert ergeben sich Anregungen der Teilwandler relativ zur maximal

35

möglichen von  $3/9$  (TW3),  $2/9$  (TW2 oder TW4) und  $1/9$  (TW1 und TW5).

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die floatenden Elektrodenkämme FK der äußeren Teilwandler so verschoben, daß die mittleren Serienteilwandler innerhalb dieser Teilwandler jeweils die geringste Spurbreite aufweisen. Diesen kommt dann der größte Spannungsabfall und damit die größte relative Anregungsstärke zu. Für die über die gesamte Spurbreite  $BS_{ges.}$  der Teilwandler integrierte Anregungsstärke ergibt eine ungleichmäßige Aufteilung in Serienteilwandler jedoch eine geringere Gesamtanregung.

Figur 4 gibt schematisch einen gewichteten Serienteilwandler an, wie er Teil eines erfindungsgemäßen Interdigitalwandlers sein kann. Der Serienteilwandler weist eine Überlappwichtung mit den größten Gewichten in der Mitte und den kleinsten am Rand des Serienteilwandlers auf.

Figur 5a zeigt einen ungewichteten Serienteilwandler mit Normalfingeranordnung, während 5b einen Serienteilwandler mit Weglaßwichtung zeigt. Gegenüber der Anordnung von Figur 5a ist dabei jeder zweite Finger einer Stromschiene umgeklappt und der jeweils gegenüberliegenden Stromschiene zugeordnet, so daß er nicht zur Überlappung beiträgt. Mit dieser Maßnahme reduziert sich die Kapazität des in Figur 5b dargestellten Serienteilwandlers auf den halben Wert derjenigen von Figur 5a.

Figur 6 zeigt eine Möglichkeit, eine gewünschte Wichtung verteilt über zwei benachbarte Serienteilwandler  $STW_{xi}$  und  $STW_{xi+1}$  darzustellen. Als Wichtungsmethode ist die Überlappwichtung gewählt, wobei auch hier in der Mitte des Serienteilwandlers die größten Gewichte angeordnet sind, an den Rändern der Serienteilwandler dagegen die geringsten.

Figur 7 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Interdigitalwandler, bei dem zwei Gruppen G1 und G2 von jeweils zwei parallel geschalteten Teilwandlern in Serie geschaltet sind. Dies wird erreicht durch Aufteilung einer Stromschiene in 5 Teilstromschienen TS1 und TS2 und symmetrischer Anordnung der Teilwandler und der Serienteilwandler in Bezug auf eine zwischen den beiden Teilstromschienen TS1, TS2 verlaufende Symmetrieachse A. Durch die Serienschaltung erhöht sich die Impedanz des Interdigitalwandlers um den Faktor 8 gegenüber 10 einem Interdigitalwandler, bei dem die beiden Gruppen G1 und G2 von Teilwandlern parallel zueinander geschaltet sind.

Die Ausführungsbeispiele können nur exemplarische Möglichkeiten angeben, wie die Erfindung ausgeführt werden kann. Die 15 Erfindung ist daher nicht auf diese beschränkt. Im Rahmen der Erfindung liegt es, einen Interdigitalwandler in eine größere Anzahl von Teilwandlern aufzuteilen. Auch die Anzahl der Serienteilwandler pro Teilwandler ist variabel, ebenso wie die relative Spurbreite der Serienteilwandler zueinander innerhalb eines Teilwandlers. Damit ist es möglich, die Anregung 20 in einer gewünschten Weise über den Interdigitalwandler zu verteilen, die Impedanz beliebig einzustellen und gleichzeitig eine Anregungsfunktion nachzubilden. Dem Wandler beziehungsweise einem Filter mit diesem Interdigitalwandler ein 25 gewünschtes Übertragungsverhalten garantiert. Da mit dem erfindungsgemäßen Interdigitalwandler auch die Impedanz erhöht und die Güte des Wandlers erniedrigt werden kann, werden damit gleichzeitig die Nachteile der Eingangs genannten bekannten Lösungen vermieden. Damit gelingt es auch, die benötigte 30 Chipfläche für einen Interdigitalwandler und damit auch für ein Filter weiter zu reduzieren, ohne die Eigenschaften zu verschlechtern.

## Patentansprüche

1. Interdigitalwandler für ein Oberflächenwellen-Bauelement,  
mit einer akustischen Spur der Breite  $BS_{ges}$   
5 bei dem in einer akustischen Spur  $m$  nebeneinander angeordnete  
Teilwandler  $TW_x$  ( $x = 1, 2, \dots, m$ ;  $m \geq 2$ ) parallel verschaltet  
sind  
bei dem die Teilwandler  $TW$  in transversaler Richtung  $n$  seri-  
ell verschaltete Serienteilwandler  $STW_{xi}$  der Spurbreite  $BS_{xi}$   
10 ( $i = 1, 2, \dots, n(x)$ ;  $n(x) \geq 2$ ) umfassen,  
bei dem gilt:  
$$BS_{ges} = \sum_i^{1-n} BS_{xi}$$
  
 $BS_{xi}$  ungleich  $BS_{(x+1)i}$  und/oder  
 $n(x)$  ungleich  $n(x+1)$ .  
15
2. Interdigitalwandler nach Anspruch 1,  
bei dem die Serienteilwandler ( $STW_{xi}$ ) eines Teilwandlers  
( $TW_x$ ) durch floatende Elektrodenkämme (FK) voneinander ge-  
trennt sind.  
20
3. Interdigitalwandler nach Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die seriell verschalteten Serienteilwandler ( $STW_{xi}$ )  
eines Teilwandlers ( $TW$ ) jeweils die gleiche Länge haben
- 25 4. Interdigitalwandler nach Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die floatenden Elektrodenkämme (FK) eines Teilwand-  
lers ( $TW$ ) unterschiedlich lang sind.
5. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-4,  
30 bei dem eine erste Gruppe ( $G1$ ) parallel geschalteter Teil-  
wandler ( $TW$ ) mit einer zweiten Gruppe ( $G2$ ) von parallel ge-  
schalteten in der gleichen Spur angeordneten Teilwandlern in  
Serie geschaltet ist.
- 35 6. Interdigitalwandler nach Anspruch 5,

bei dem die Serienverschaltung der beiden Gruppen von Teilwandlern (TW) durch Aufteilen einer der die Spur begrenzenden äußeren Stromschienen (S) in zwei oder mehr Teilschienen (TS1, TS2) erfolgt, wobei unterschiedliche Teilschienen mit den Anschlüssen (T1, T2) des Interdigitalwandlers verbunden sind.

7. Interdigitalwandler nach Anspruch 6, der gegenüber einer die akustische Spur transversal zwischen den beiden Teilschienen (TS) schneidenden Symmetrieachse (A) symmetrisch aufgebaut ist.

8. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-7, aufgebaut als rekursiver Wandler mit verteilter Reflexion.

9. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-7, aufgebaut als Splitfingerwandler.

10. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-9, bei dem zumindest ein Teil der Serienteilwandler (STW) eine zusätzliche Weglasswichtung aufweist.

11. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem zumindest ein Teil der Serienteilwandler (STW) eine zusätzliche Überlappwichtung aufweist.

12. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-11, welcher eine bezüglich einer Symmetrieachse eine symmetrische Aufteilung in Teilwandler und Serienteilwandler aufweist.

13. Interdigitalwandler nach einem der Ansprüche 1-12, bei dem die Akustik in der Mitte des Interdigitalwandlers am größten, an den Rändern dagegen am geringsten ist.

14. Interdigitalwandler nach Anspruch 12, bei dem in longitudinaler Richtung eine ungerade Teilwandler (TW) gleichmäßiger in Serienteilwandler aufgeteilt sind als

außenliegende Teilwandler, so daß Produkt  $\prod BS_x$  der Spurbreiten eines Teilwandlers ( $TW_x$ ) für innenliegende Teilwandler mit  $m > x > 1$  am größten und für außen liegende Teilwandler ( $TW_x$ ) mit  $x = 1$  oder  $m$  am kleinsten ist.

5

15. Interdigitalwandler nach Anspruch 14, bei dem in außen liegenden Teilwandlern ( $TW_x$ ;  $x = 1$  oder  $m$ ) ein innerer Serienteilwandler ( $STW_{xi}$ ), für den gilt  $n > i > 1$  die kleinste Spurbreite ( $BS_{xi}$ ) aufweist.

10

16. Verwendung eines Interdigitalwandlers nach einem der Ansprüche 1-15 für Oberflächenwellenfilter mit optimierter Anregung.

FIG 1

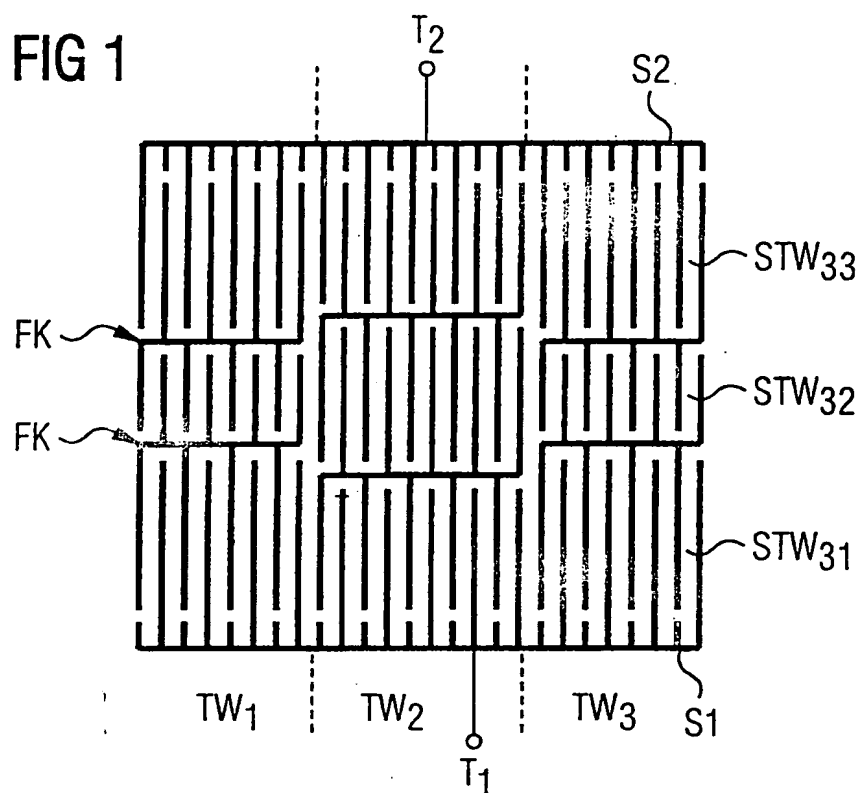
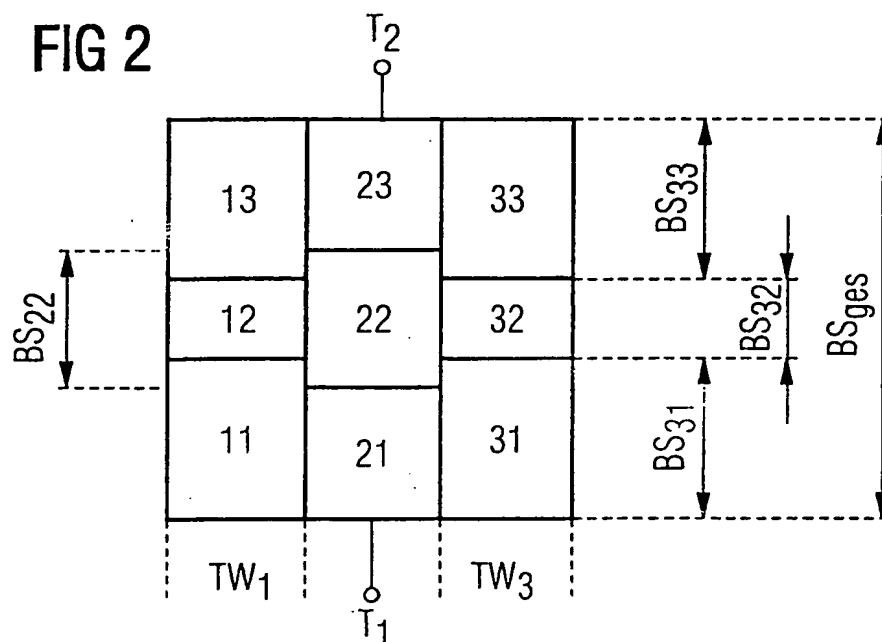


FIG 2



2/3

FIG 3

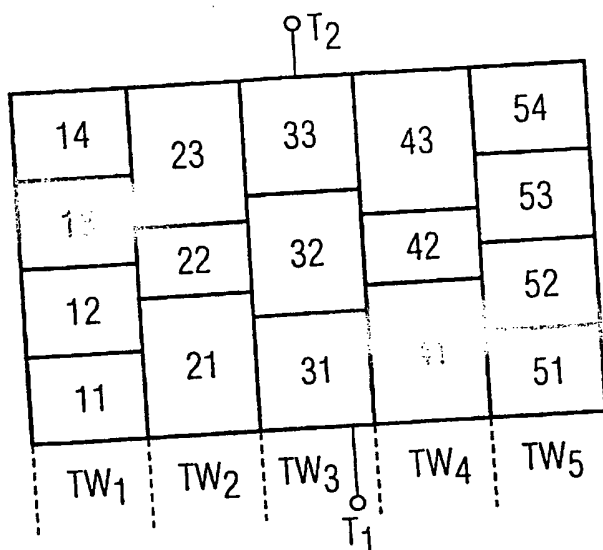


FIG 4

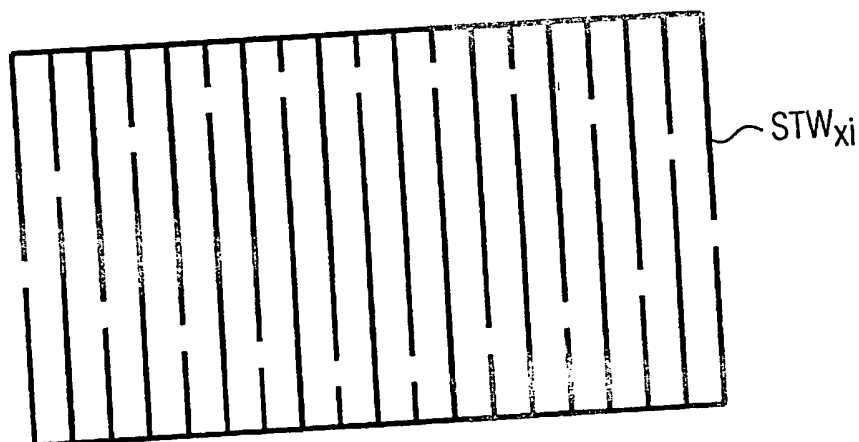


FIG 5a

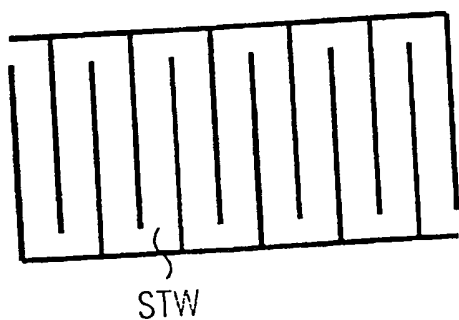


FIG 5b

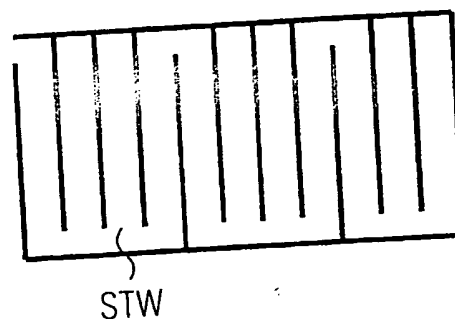




FIG 6

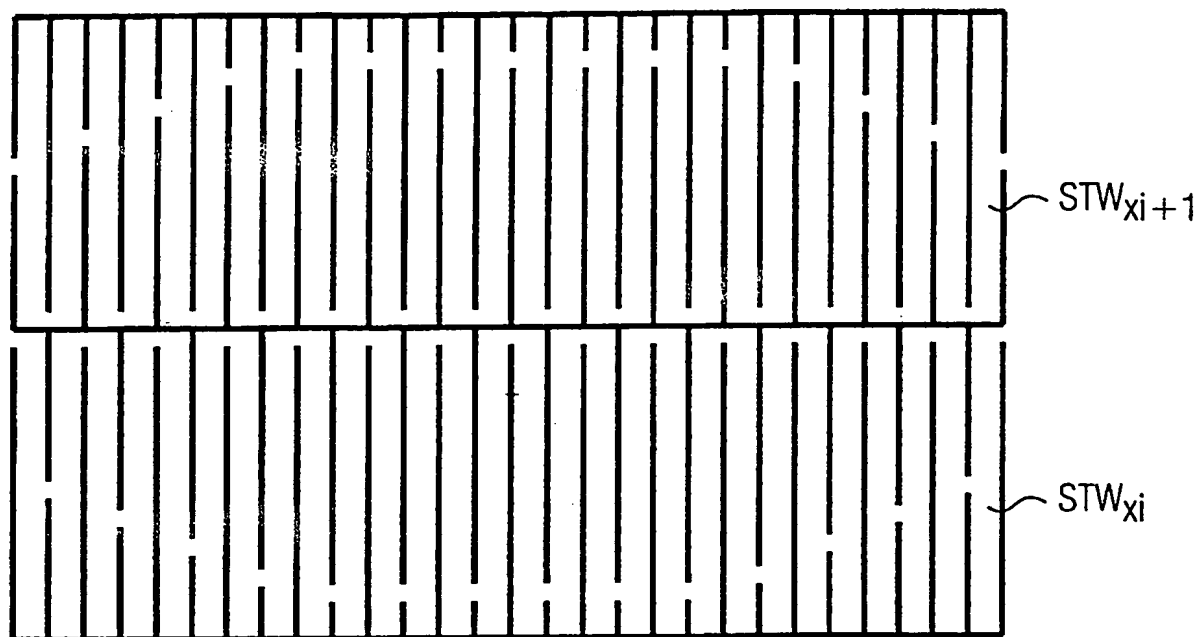
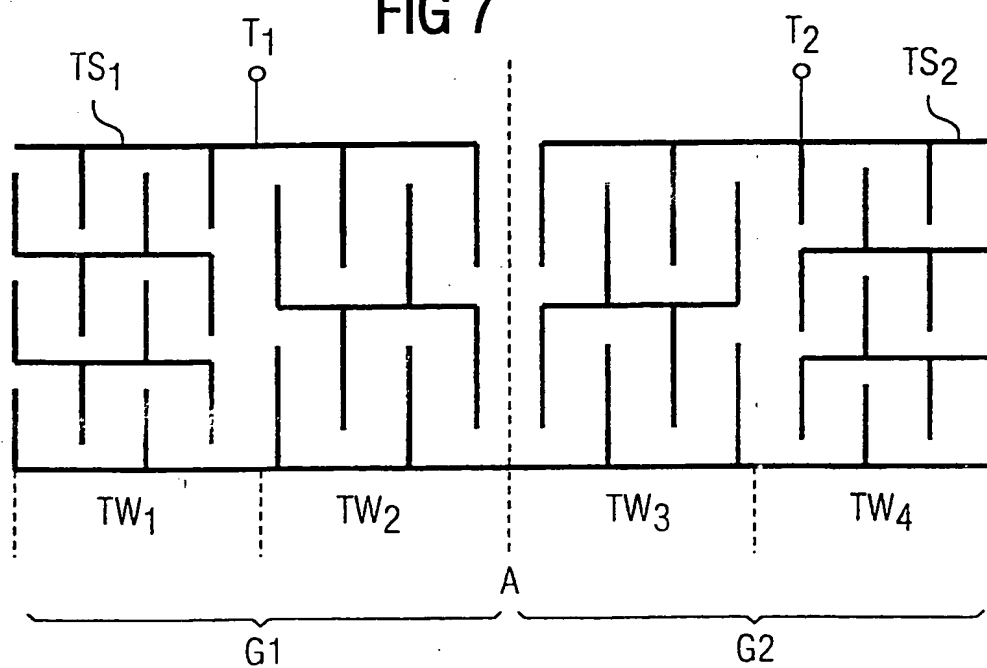


FIG 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's Application No  
PCT/DE 01/00408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H03H9/145

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 006 438 A (BENNETT GLENN EDWARD) 1 February 1977 (1977-02-01) column 3, line 66 -column 6, line 39; figures 5,6	1-4 9,12,14
A	US 4 223 284 A (INOUE ATSUSHI ET AL) 16 September 1980 (1980-09-16) the whole document	5-7,9, 11,12
X A	US 4 321 567 A (SANDY FRANK) 23 March 1982 (1982-03-23) the whole document	1 10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 August 2001

Date of mailing of the international search report

13/08/2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coppieters, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00408

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4006438	A	01-02-1977	NONE	
US 4223284	A	16-09-1980	DE 2848267 A GB 2007931 A,B	10-05-1979 23-05-1979
US 4321567	A	23-03-1982	CA 1165410 A	10-04-1984

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In: Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00408

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H03H9/145

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 006 438 A (BENNETT GLENN EDWARD) 1. Februar 1977 (1977-02-01) Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 6, Zeile 39; Abbildungen 5,6	1-4 9,12,14
A	---	
A	US 4 223 284 A (INOUE ATSUSHI ET AL) 16. September 1980 (1980-09-16) das ganze Dokument	5-7,9, 11,12
X	---	
A	US 4 321 567 A (SANDY FRANK) 23. März 1982 (1982-03-23) das ganze Dokument	1 10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coppieters, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00408

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4006438	A	01-02-1977	KEINE		
US 4223284	A	16-09-1980	DE 2848267 A		10-05-1979
			GB 2007931 A,B		23-05-1979
US 4321567	A	23-03-1982	CA 1165410 A		10-04-1984

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**